

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 4 1 6 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 7 4 1 6 7]

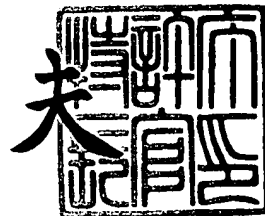
出 願 人 日本分光株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 2 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 6 2 1 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 NB0668
【提出日】 平成15年 3月18日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01N 21/00
G01B 11/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 6 7 番地の 5 日本分光株式会社内

【氏名】 山西 孝志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 6 7 番地の 5 日本分光株式会社内

【氏名】 真砂 央

【特許出願人】

【識別番号】 000232689

【氏名又は名称】 日本分光株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092901

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 祐司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015576

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9724039

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 深さ測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料内部において蛍光性をもつ検査対象が含まれ、かつ少なくとも測定範囲となる深さにおいて透光性をもつ試料について、該試料表面を基準に該試料内部の検査対象の深さ距離情報を得る深さ測定装置であって、

点光源を含み、該点光源からの光を前記検査対象のみを発光させる励起波長をもつ平行光とする光出射手段と、

光軸方向に移動自在に設けられ、前記光出射手段よりの平行光を試料の測定スポットに集光し、該試料の測定スポットからの光を平行光とする対物レンズと、

前記対物レンズをその光軸方向に移動させる移動手段と、

前記対物レンズを介して得られた試料の測定スポットからの光を結像する結像レンズと、

前記結像レンズの結像位置であり、かつ前記対物レンズ及び前記結像レンズを介して、前記点光源及び該対物レンズの焦点位置と光学的に共役な位置に設けられ、実質的に該対物レンズの焦点位置よりの光のみを通過させる共焦点開口と、

前記移動手段による対物レンズの焦点位置の移動中に、前記共焦点開口を通過し、かつ前記励起波長と同じ波長をもつ光の光量を検出する表面散乱光情報取得手段と、

前記移動手段による対物レンズの焦点位置の移動中に、前記共焦点開口を通過し、かつ前記蛍光波長と同じ波長をもつ光の光量を検出する蛍光情報取得手段と

、
少なくとも前記表面散乱光情報取得手段による表面散乱光の光量検出値が最大となる対物レンズの位置と前記蛍光情報取得手段による蛍光の光量検出値が最大となる対物レンズの位置との光軸方向の相対距離情報を得る距離情報取得手段と

、
を備え、前記距離情報取得手段により得られた相対距離情報に基づいて、該試料の対物レンズ側表面を基準に、該試料内部の検査対象の深さ距離情報を得ることを特徴とする深さ測定装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の深さ測定装置において、
前記対物レンズ及び前記結像レンズは、色収差のないレンズであることを特徴とする深さ測定装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の深さ測定装置において、
前記光出射手段は、前記点光源からの光のうち、前記検査対象のみを発光させる励起波長と同じ波長をもつ光のみを通過させる励起波長選択手段と、
前記点光源からの光を平行光とするコリメーターレンズと、
を備え、前記コリメーターレンズと前記対物レンズ間は平行光部分であることを特徴とする深さ測定装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の深さ測定装置において、
さらに前記対物レンズと前記結像レンズ間は平行光部分であり、
前記コリメーターレンズと前記対物レンズ間の平行光部分にハーフミラーを設け、該コリメーターレンズよりの平行光を該ハーフミラーを介して該対物レンズに入射させ、かつ該対物レンズにより得られた試料の測定スポットよりの光を該ハーフミラーを介して該結像レンズに入射させることを特徴とする深さ測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は深さ測定装置、特に試料内部の深さ方向の非破壊測定機構に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、例えば多層体等の製造分野では、製品の品質管理のため、例えば多層体内部の不純物層等の特定層の厚みの検査が行われている。

従来、このような不純物層等の特定層の厚みの検査は、破壊検査が一般的であり、製品の中からサンプルを抜き取り、その断面層の切り出しを行い、特定層の厚みを測定していた。

そして、サンプルの検査結果に基づいて、その他の製品に関して、特定層の厚みが所望の厚みで得られているか否かを判断していた。

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、前記従来の破壊検査では、検査のたびに製品を壊しているので、検査にかかるコストの低減は改善の余地が残されていた。

また前記従来の破壊検査では、個々の製品を実際に検査しているのではなく、あるサンプルの検査結果により、その他の製品の可否を推定しているだけであるので、検査の信頼性は改善の余地が残されていた。

【0004】

これらの要望に応えるためには、個々の製品を非破壊で検査することのできる技術の開発が強く望まれていたものの、従来はこれを解決することのできる適切な技術が存在しなかった。

本発明は前記従来技術の課題に鑑みなされたものであり、その目的は試料内部の深さ距離情報を非破壊で得ることのできる深さ測定装置を提供することにある。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

本発明者らが試料内部の深さ方向の非破壊測定について鋭意検討を行った結果、まず例えば試料内部の不純物層は、高純度層にはあまり見られない蛍光性をもつものが多いことを確認した。そして、本発明者らは、このような不純物層等の検査対象に固有の蛍光性を利用することにより、試料内部での検査対象の深さ距離情報を非破壊で得ることができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】

すなわち、前記目的を達成するために本発明にかかる深さ測定装置は、試料内部において蛍光性をもつ検査対象が含まれ、かつ少なくとも測定範囲となる深さにおいて透光性をもつ試料について、該試料表面を基準に該試料内部の検査対象の深さ距離情報を得る深さ測定装置であって、

光出射手段と、移動手段と、結像レンズと、共焦点開口と、表面散乱光情報取得手段と、蛍光情報取得手段と、距離情報取得手段と、を備える。前記距離情報取得手段により得られた相対距離情報に基づいて、該試料の対物レンズ側表面を

基準に、該試料内部の検査対象の深さ距離情報を得ることを特徴とする。

【0 0 0 7】

ここで、前記光出射手段は、点光源を含み、該点光源からの光を前記検査対象のみを発光させる励起波長をもつ平行光とする。

また前記対物レンズは、光軸方向に移動自在に設けられ、前記光出射手段よりの平行光を試料の測定スポットに集光し、該試料の測定スポットからの光を平行光とする。

前記移動手段は、前記対物レンズをその光軸方向に移動させる。

前記結像レンズは、前記対物レンズを介して得られた試料の測定スポットからの光を結像する。

【0 0 0 8】

前記共焦点開口は、前記結像レンズの結像位置であり、かつ前記対物レンズ及び該結像レンズを介して前記点光源及び該対物レンズの焦点位置と光学的に共役な位置に設けられ、実質的に該対物レンズの焦点位置よりの光のみを通過させる。

前記表面散乱光情報取得手段は、前記移動手段による対物レンズの移動中に、前記共焦点開口を通過し、かつ前記励起波長と同じ波長をもつ光の光量を検出する。

【0 0 0 9】

前記蛍光情報取得手段は、前記移動手段による対物レンズの移動中に、前記共焦点開口を通過し、かつ前記蛍光波長と同じ波長をもつ光の光量を検出する。

前記距離情報取得手段は、少なくとも前記表面散乱光情報取得手段による表面散乱光の光量検出値が最大となる対物レンズの位置と前記蛍光情報取得手段による蛍光の光量検出値が最大となる対物レンズの位置との光軸方向の相対距離情報を得る。

【0 0 1 0】

ここにいう検査対象とは、試料の深さ方向と略直交する方向の全体に層を形成しているものだけでなく、深さ方向と略直交する方向の少なくとも一部に、試料内部の他の部位と区別することのできる蛍光性をもつものであれば、その存在形

体等は任意のものを含めていう。

また本発明においては、検査対象のみが蛍光性をもつことが特に好ましいが、試料の検査対象以外の部分が若干の蛍光性をもっている、その蛍光性が、検査対象の蛍光性と区別することができる程度であれば、それを含めていう。

【0 0 1 1】

ここにいう少なくとも前記表面散乱光情報取得手段による表面散乱光の光量検出値が最大となる対物レンズの位置と前記蛍光情報取得手段による蛍光の光量検出値が最大となる対物レンズの位置との光軸方向の相対距離情報を得るとは、少なくとも試料の対物レンズ側表面から、該試料内部の検査対象の対物レンズ側境界までの距離情報を得ることをいうが、さらに蛍光の光量検出値と対物レンズの位置情報とを対応させて得ることにより、試料内部での検査対象の深さ方向の分布情報（例えば検査対象の厚み情報等）を得ることを含めていう。

【0 0 1 2】

ここにいう共焦点開口とは、単に開口のみをいうのではなく、前記対物レンズの焦点位置よりの光のみを通過させる開口が、前記対物レンズの焦点位置以外よりの光をカットする遮蔽部分に設けられているものをいう。また開口の形状はピンホール、スリット等に特に限定されるものではないが、試料の、より微小な測定部位よりの情報が得られる点で、ピンホールが特に好ましい。

なお、本発明においては、前記対物レンズ及び前記結像レンズは、色収差のないレンズであることが好適である。

【0 0 1 3】

ここにいう色収差のないとは、励起波長をもつ光と蛍光波長をもつ光とで、像の位置ずれのないことをいう。本発明においては、色収差のないレンズとして、例えば、ミラー付きのレンズ系であるカセグレンレンズ系を一例として用いることができる。

ここにいうレンズとは、一般的なレンズと、レンズと同様の機能をもつ光学系とを含めていう。このため色収差のないカセグレンレンズ系についても、カセグレン反射鏡光学系を含めていう。

【0 0 1 4】

また本発明において、前記光出射手段は、励起波長選択手段と、コリメーターレンズと、を備え、前記集光レンズと前記対物レンズ間は平行光部分であることが好適である。

ここで、前記励起波長選択手段は、前記点光源からの光のうち、前記検査対象のみを発光させる励起波長と同じ波長をもつ光のみを通過させる。

また前記コリメーターレンズは、前記点光源からの光を平行光とする。

【0 0 1 5】

また本発明においては、さらに前記対物レンズと前記結像レンズ間は平行光部分であり、前記コリメーターレンズと該対物レンズ間の平行部分にハーフミラーを設け、該コリメーターレンズよりの平行光を該ハーフミラーを介して該対物レンズに入射させ、かつ該対物レンズにより得られた試料の測定スポットよりの光を該ハーフミラーを介して該結像レンズに入射させることが好適である。

【0 0 1 6】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の好適な一実施形態について説明する。

図 1 には本発明の一実施形態にかかる深さ測定装置の概略構成が示されている。

同図に示す発光点深さ測定機（深さ測定装置）10は、光出射手段12と、対物レンズ14と、移動手段16と、結像レンズ18a, 18bと、共焦点ピンホール（共焦点開口）20a, 20bと、表面散乱光情報取得手段22と、蛍光情報取得手段24と、位置センサ（距離情報取得手段）26と、コンピュータ27を備える。

【0 0 1 7】

光出射手段12の点光源28、対物レンズ14の焦点位置30、共焦点ピンホール20a, 20bが、対物レンズ14、結像レンズ18a, 18bを介して光学的に共役関係に配置されている。

コンピュータ27は、位置センサ26等の距離情報取得手段により得られた相對距離情報に基づいて、合わせガラス（試料）32の表面（対物レンズ側表面）32aを基準に、合わせガラス32内部の樹脂層（検査対象）34までの深さ情

報 d を得ている。

【 0 0 1 8 】

本実施形態においては、光出射手段 1 2 が、例えば点光源 2 8 と、バンドパスフィルタ（励起波長選択手段） 3 6 と、コリメーターレンズ 3 8 等を備える。点光源 2 8 からの光 4 0 をバンドパスフィルタ 3 6 により合わせガラス 3 2 内部の樹脂層 3 4 のみを発光させる励起波長をもつ光 4 2 とする。バンドパスフィルタ 3 6 を通過した光 4 2 をコリメーターレンズ 3 8 により平行光 4 4 とする。

対物レンズ 1 4 は、図中矢印 X 方向（光軸方向）に移動自在に設けられている。光出射手段 1 2 より平行光 4 4 を合わせガラス 3 2 の測定スポット（図中、対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 に相当）に集光し、該合わせガラス 3 2 の測定スポットからの光 4 6 を平行光とする。

【 0 0 1 9 】

移動手段 1 6 は、コントローラ 4 8 に接続されており、コントローラ 4 8 はコンピュータ 2 7 に接続されている。コントローラ 4 8 は移動手段 1 6 の動作を制御することにより、対物レンズ 1 4 を図中矢印 X 方向（光軸方向）に移動させる。これにより対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 を図中矢印 X 方向に移動させる。

表面散乱光検出用の結像レンズ 1 8 a と、蛍光検出用の結像レンズ 1 8 b は、それぞれ対物レンズ 1 4 を介して得られた合わせガラス 3 2 の測定スポットからの光 4 6 を結像する。

【 0 0 2 0 】

表面散乱光検出用の共焦点ピンホール 2 0 a と、蛍光検出用の共焦点ピンホール 2 0 b は、それぞれ結像レンズ 1 8 a, 1 8 b の結像位置であり、かつ対物レンズ 1 4 及び結像レンズ 1 8 a, 1 8 b を介して点光源 2 8 及び対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 と光学的に共役な位置に設けられる。共焦点ピンホール 2 0 a, 2 0 b は、実質的に対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 より光のみを通過させる。

【 0 0 2 1 】

表面散乱光情報取得手段 2 2 は、例えば励起波長と同じ波長をもつ光のみを通過させるバンドパスフィルタ 5 2 a と、フォトマルチプライヤ等の光検出器 5 4 a を備える。移動手段 1 6 による対物レンズ 1 4 の図中矢印 X 方向への移動中に

、共焦点ピンホール 2 0 a を通過し、かつバンドパスフィルタ 5 2 a を通過した励起波長と同じ波長をもつ光 5 3 の光量を光検出器 5 4 a により検出する。

【0 0 2 2】

蛍光情報取得手段 2 4 は、例えば蛍光波長と同じ波長をもつ光のみを通過させるバンドパスフィルタ 5 2 b と、フォトマルチプライヤ等の光検出器 5 4 b を備える。移動手段 1 6 による対物レンズ 1 4 の図中矢印 X 方向への移動中に、共焦点ピンホール 2 0 b を通過し、かつバンドパスフィルタ 5 2 b を通過した蛍光波長と同じ波長をもつ光 5 5 の光量を光検出器 5 4 b により検出する。

位置センサ 2 6 は、コンピュータ 2 7 に接続されている。コンピュータ 2 7 は、メモリ 5 4 と、CPU 5 6 を備える。

【0 0 2 3】

そして、移動手段 1 6 による対物レンズ 1 4 の図中矢印 X 方向への移動中に、光検出器 5 4 a からの各受光量データとそれぞれ対応する位置センサ 2 6 からの対物レンズ 1 4 の図中矢印 X 方向の位置データは、コンピュータ 2 7 の CPU 5 6 を介してメモリ 5 4 に記憶される。これと同時に、光検出器 5 4 b からの各受光量データとそれぞれ対応する位置センサ 2 6 からの対物レンズ 1 4 の図中矢印 X 方向の位置データは、コンピュータ 2 7 の CPU 5 6 を介してメモリ 5 4 に記憶される。

CPU 5 6 は、基準点検出手段 5 8、発光点検出手段 6 0、深さ算出手段 6 2 を備える。

【0 0 2 4】

基準点検出手段 5 8 は、メモリ 5 4 に記憶されているデータの中より、光検出器 5 4 a からの表面散乱光の光量検出値が最大となる対物レンズ 1 4 の位置データを検出する。

発光点検出手段 6 0 は、メモリ 5 4 に記憶されているデータの中より、光検出器 5 4 b からの蛍光の光量検出値が最大となる対物レンズ 1 4 の位置データを検出する。

【0 0 2 5】

深さ算出手段 6 2 は、基準点検出手段 5 8 により検出された対物レンズ 1 4 の

位置データと、発光点検出手段 60 により検出された対物レンズ 14 の位置データから、対物レンズ 14 の、基準点から発光点までの移動距離情報を求める。深さ算出手段 62 は、求められた対物レンズ 14 の移動距離情報から、合わせガラス表面 32 a から樹脂層 34 までの深さ距離 d を得ている。

なお、本実施形態において、点光源 28 は、光源 64 と、集光レンズ 66 と、ピンホール 68 を備える。

【0026】

また本実施形態においては、点光源 28 からの光 40 を平行光 44 とするコリメーターレンズ 38 と対物レンズ 14 間は平行光部分である。対物レンズ 14 と結像レンズ 18 a, 18 b 間は平行光部分である。コリメーターレンズ 38 と対物レンズ 14 間の平行光部分に第一ハーフミラー 70 を設けている。コリメーターレンズ 38 よりの平行光 44 を第一ハーフミラー 70 を介して対物レンズ 14 に入射させる。かつ対物レンズ 14 により得られた合わせガラス 32 の測定スポットよりの光 46 をハーフミラー 70, 72 を介して結像レンズ 18 a, 18 b に入射させる。

【0027】

作用

本実施形態にかかる発光点深さ測定機 10 は概略以上のように構成され、以下にその作用について説明する。

本発明において特徴的なことは、多層体内部の特定層の厚み測定を行うのに、従来の非破壊測定に代えて、合わせガラス 32 内部の樹脂層 34 のもつ蛍光性を利用し、合わせガラス表面 32 a を基準に、樹脂層 34 の深さ距離情報を非破壊で得たことである。

【0028】

<発光点検出>

このために本実施形態においては、共焦点光学系により、合わせガラス 32 内部での樹脂層 34 の深さ方向の位置を検出するために発光点を検出している。この発光点の検出のために、コントローラ 48 により測定スポットを合わせガラス 32 内部の深さ方向に移動しながら、コンピュータ 27 により蛍光検出用の光検

出器 5 4 b からの受光検出値をモニタしている。

すなわち、対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 が、合わせガラス 3 2 内部の樹脂層 3 4 に位置すると、蛍光検出用の光検出器 5 4 b により受光される光 5 5 の光量が最大となる。

【 0 0 2 9 】

このため、蛍光情報取得手段 2 4 等は、移動手段 1 6 等による対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 の移動中に、共焦点ピンホール 2 0 b を通過し、かつ蛍光波長をもつ光 5 5 の光量検出値が最大となる対物レンズ 1 4 の位置を検出することにより、合わせガラス 3 2 内部での樹脂層 3 4 の深さ方向の位置を検出することができる。

【 0 0 3 0 】

< 基準点検出 >

ここで、前記樹脂層 3 4 の深さ方向の位置を正確に、しかも毎回同様に測定するには、深さを測定する基準点の設定が必要である。

このために本実施形態においては、共焦点光学系により、前記発光点の検出と共に、基準点となる合わせガラス表面 3 2 a の位置を検出している。試料合わせガラス表面 3 2 a の位置を検出するために、前述のように測定スポットを図中矢印 X 方向のプラス方向（右方向）に移動しながら、コンピュータ 2 7 により表面散乱光検出用の光検出器 5 4 a からの受光検出値をモニタしている。

【 0 0 3 1 】

すなわち、対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 が合わせガラス表面 3 2 a に位置すると、表面散乱光検出用の光検出器 5 4 a により受光される光 5 3 の光量が最大となる。

このため、表面散乱光情報取得手段 2 2 等は、移動手段 1 6 等による対物レンズ 1 4 の図中矢印 X 方向への移動中に、共焦点ピンホール 2 0 a を通過し、かつ励起波長をもつ光の光量検出値が最大となる対物レンズ 1 4 の位置を検出することにより、合わせガラス 3 2 の表面 3 2 a の位置を検出することができる。

【 0 0 3 2 】

< 深さ距離の取得 >

基準点での対物レンズ 14 の位置と発光点での対物レンズ 14 の位置を検出すると、対物レンズ 14 の図中矢印 X 方向での相対移動距離から、合わせガラス表面 32 a から樹脂層 34 までの深さ距離 d を得ることができる。

このように本実施形態においては、共焦点光学系により、合わせガラス 32 よりの表面散乱光と蛍光の両方の光量をモニタし、合わせガラス表面 32 a からの樹脂層 34 の深さ距離 d を測定している。

【0033】

このため、本実施形態においては、毎回確かな基準点を基準に、樹脂層 34 の深さ距離 d を測定しているので、該基準点と発光点の両方を測定する工夫のなされていないものに比較し、より確かな深さ距離を得ることができる。

したがって、本実施形態にかかる発光点深さ測定機 10 によれば、合わせガラス 32 内部での樹脂層 34 の深さ距離 d を非破壊で測定することができるので、従来の破壊検査に比較し、検査にかかるコストを大幅に低減することができる。

【0034】

しかも、本実施形態においては、このような非破壊測定が行えることにより、個々の試料であっても、測定が容易に行えるので、従来の破壊検査に比較し、検査の信頼性の向上を大幅に図ることができる。

以下に、本実施形態の作用について、より詳細に説明する。

【0035】

共焦点光学系

本実施形態において、光源 64 からの光は、集光レンズ 66 によりピンホール 68 に集光される。ピンホール 68 を通過した光 40 は、バンドパスフィルタ 36 により、樹脂層 34 のみを発光させる励起波長をもつ光 42 のみを取り出される。バンドパスフィルタ 36 を通過した光 42 をコリメーターレンズ 38 により、平行光 44 としている。

【0036】

このようにして得られた樹脂層 34 のみを発光させる励起波長をもつ平行光 44 は、第一ハーフミラー 70 を介して対物レンズ 14 に入射し、対物レンズ 14 により合わせガラス 32 の測定スポットに集光される。

合わせガラス 32 の測定スポットからの光 46 は、対物レンズ 14、第一ハーフミラー 70 を介して第二ハーフミラー 72 に達し、第二ハーフミラー 72 で第一分割光 74 a と第二分割光 74 b に二分割される。第一分割光 74 a は表面散乱光検出用の結像レンズ 18 a に入射される。第二分割光 74 b は蛍光検出用の結像レンズ 18 b に入射される。

【0037】

<基準点検出>

第二ハーフミラー 72 よりの第二分割光 74 a は、表面散乱光検出用の結像レンズ 18 a を介してバンドパスフィルタ 52 a に入射される。バンドパスフィルタ 52 a により、合わせガラス 32 の測定スポットからの光 46 のうち、励起波長と同じ波長をもつ表面散乱光のみが取り出される。バンドパスフィルタ 52 a を通過した表面散乱光は、表面散乱光検出用の共焦点ピンホール 20 a に入射される。

【0038】

ここで、対物レンズ 14 の焦点位置 30 と表面散乱光検出用の共焦点ピンホール 20 a の位置は光学的な共役関係にある。このため共焦点ピンホール 20 a では、合わせガラス 32 の測定スポットの位置以外、つまり対物レンズ 14 の焦点位置 30 以外からの余分な光をカットすることができる。

【0039】

すなわち、対物レンズ 14 の焦点は、結像レンズ 18 a の結像面である共焦点ピンホール 20 a 上でも焦点となり、焦点ずれがある試料位置からの光は、共焦点ピンホール 20 a をほとんど通過しない。一方、対物レンズ 14 の焦点位置 30 の光のみがピンホール 20 a を通過し、光検出器 54 a に受光される。したがって、光検出器 54 a により、対物レンズ 14 の焦点位置 30 の部分だけの表面散乱光強度を検出することができる。

【0040】

<発光点検出>

第二ハーフミラー 72 よりの第二分割光 74 b は、蛍光検出用の結像レンズ 18 b を介して蛍光検出用のバンドパスフィルタ 52 b に入射する。バンドパスフ

フィルタ 52b により、合わせガラス 32 の測定スポットからの光 46 のうち、樹脂層 34 からの蛍光のみが取り出される。バンドパスフィルタ 52b を通過した蛍光は、蛍光検出用の共焦点ピンホール 16b に入射される。

ここで、対物レンズ 14 の焦点位置 30 と蛍光検出用の共焦点ピンホール 20b の位置も、前記表面散乱光検出用の共焦点ピンホール 20a と同様、光学的な共役関係にある。このため、共焦点ピンホール 20b では、合わせガラス 32 の測定スポット以外、つまり対物レンズ 14 の焦点位置 30 以外からの余分な光をカットすることができる。

【0041】

すなわち、対物レンズ 14 の焦点は、結像レンズ 18b の結像面である共焦点ピンホール 20b 上でも焦点となり、焦点ずれがある試料位置からの光は共焦点ピンホール 20b をほとんど通過しない。一方、試料内部の焦点の合った部分の光のみが共焦点ピンホール 20b を通過し、光検出器 54b に受光される。光検出器 54b により、試料内部での焦点部分だけの蛍光強度を検出することができる。

なお、光検出器（特に光検出器 54b）として、フォトマルチプライヤを用いているので、微弱な蛍光まで検出することができる。

【0042】

<光検出器での受光量と対物レンズの位置との関係>

ここで、移動手段 16 等により集光レンズ 14 を図中矢印 X 方向に移動させ、合わせガラス表面 32a から、その内部に対物レンズ 14 の焦点位置 30 を移動させながら、合わせガラス 32 からの表面散乱光の光量と蛍光の光量をモニタしている。

【0043】

光検出器 54a で得られた表面散乱光 53 の光量と、位置センサ 26 で得られた対物レンズ 14 の位置に関しては、図 2 に示すような関係が得られる。光検出器 54b で得られた蛍光 55 の光量と対物レンズ 14 の位置に関しては、図 3 に示すような関係が得られる。

【0044】

＜基準点検出＞

例えば図 2 (A) に示すように、対物レンズ 1 4 の光軸方向 (+X 方向) への移動中に、対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 が、合わせガラス表面 3 2 a 上に位置すると、同図 (B) に示すような表面散乱光検出用の光検出器からの表面散乱光の受光検出値は、最大値 (ピーク P_1) を示す。一方、蛍光検出用の光検出器により蛍光は、ほとんど検出されない。

【0 0 4 5】

このため、コンピュータは、各光検出器からの受光光量値が、このような受光光量値を示した時点をも、対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 が、合わせガラス 3 2 の表面 3 2 a 上に位置すると判断し、その時点の対物レンズ 1 4 の位置情報を位置情報 X_1 とする。

【0 0 4 6】

＜発光点検出＞

また対物レンズ 1 4 の、さらなる図中矢印 +X 方向への移動中に、例えば図 3 (A) に示すように対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 が、樹脂層 3 4 の対物レンズ側境界に位置すると、蛍光検出用の光検出器からの蛍光の受光検出値が同図 (B) に示すような最大値 (ピーク P_2) を示す。一方、表面散乱光検出用の光検出器により表面散乱光は、ほとんど検出されない。

【0 0 4 7】

このため、コンピュータは、各光検出器からの受光検出値が、このような受光検出値を検出した時点をも、対物レンズ 1 4 の焦点位置 3 0 が、合わせガラス 3 2 内部の樹脂層 3 4 の対物レンズ側境界に位置すると判断し、その時点の対物レンズ 1 4 の位置情報を位置情報 X_2 とする。

【0 0 4 8】

＜深さ距離＞

そして、コンピュータは、このようにして基準点と発光点が検出されると、これらの時点での対物レンズ 1 4 の位置の差 ($X_2 - X_1$) を求め、これを合わせガラス表面 3 2 a から発光層 3 4 までの深さ距離 d とする。

【0 0 4 9】

＜検査対象の分布測定＞

また対物レンズ 14 の焦点位置 30 が、樹脂層 34 に位置している間は、光検出器 54 b からの蛍光の光量検出値の大小はあるが、蛍光は検出される。

このため、蛍光の光量検出値が所定の閾値よりも大きければ、さらに対物レンズ 14 を深さ方向に移動しながら、蛍光の各光量検出値とそれぞれ対応する対物レンズ 14 の位置をモニタし、これを少なくとも蛍光の光量検出値が前記閾値を横切る時点まで続けることにより、樹脂層 34 の深さ方向の分布、例えば樹脂層 34 の厚みを非破壊で検出することができる。

【0050】

例えば蛍光情報取得手段 24 は、移動手段 16 等による対物レンズ 14 の焦点位置 30 の移動中に、共焦点ピンホール 16 b を通過し、かつ蛍光波長をもつ光 55 の光量検出値が最大となる対物レンズ 14 の位置を検出した後も、蛍光 55 の光量検出値が所定の閾値を横切る時点まで、蛍光 55 の各光量検出値とそれぞれ対応する対物レンズ 14 の位置のモニタを続けることにより、さらに樹脂層 34 の対物レンズ側境界位置とは反対側の境界位置を検出することができる。

【0051】

このようにして樹脂層 34 の対物レンズ側の境界位置、該樹脂層 34 の反対側の境界位置を検出できると、該樹脂層 34 の厚みも測定することができる。

このように本実施形態においては、対物レンズ 14 の光軸方向への移動により、共焦点光学系の平行光部分の長さを伸縮し、合わせガラス 32 の測定スポットまでの距離を変えることにより、合わせガラス表面 32 a 位置と、合わせガラス 32 内部での樹脂層 34 の深度方向の分布を非破壊で測定することができる。

【0052】

平行光部分

＜対物レンズ＞

ところで、本実施形態においては、対物レンズ 14 の焦点位置 30 を移動するため、つまり深さ方向に測定スポットを移動させるため、対物レンズ 14 を移動している。

このような対物レンズ 14 を、結像途中の光部に挿入すると、対物レンズ 14 の焦点位置 30 と共焦点ピンホール 20 a, 20 b との共役な関係を保つことが困難である。

【0053】

そこで、本実施形態においては、点光源 28 よりの光をコリメーターレンズ 38 により平行光 44 とし、コリメーターレンズ 38 よりの平行光 44 の部分に、対物レンズ 14 を挿入している。

このため、本実施形態においては、測定スポットを深さ方向に移動させるため、対物レンズ 14 を移動しても、対物レンズ 14 の焦点位置 30 と共焦点ピンホール 20 a, 20 b との共役な関係をより正確に保つことができるので、測定をより正確に行える。

【0054】

レンズの種類

また色収差に対策のなされていない通常の対物レンズを用いると、色収差が問題となる。樹脂層（検査対象）34 の励起波長と蛍光波長が離れていると、その問題はより深刻となる。

すなわち、励起波長をもつ光と蛍光波長をもつ光とでは、対物レンズ 14 での焦点位置、結像レンズ 18 a, 18 b での結像位置が光軸方向において一致せず、測定の正確さが低下してしまうことがある。

【0055】

そこで、本発明において第二に特徴的なことは、測定の正確さを低下させてしまう色収差の問題を解決するため、対物レンズ 14、結像レンズ 18 a, 18 b として、色収差のないレンズを用いたことである。

このために本実施形態においては、色収差のないレンズの一例として、ミラー付きのレンズ系であるカセグレンレンズ系（カセグレン反射鏡光学系）を用いている。

【0056】

このように色収差のないレンズを用いることにより、樹脂層 34 の励起波長と蛍光波長が離れていても、励起波長をもつ光と蛍光波長をもつ光の、対物レンズ

1 4 での焦点位置、結像レンズ 1 8 a, 1 8 b での結像位置がより一致する。

したがって、本実施形態においては、樹脂層 3 4 の励起波長と蛍光波長が離れていても、共焦点光学系による測定を、より正確に行うことができる。

【0 0 5 7】

変形例

なお、本発明は前記構成に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内であれば、種々の変形が可能である。

【0 0 5 8】

<試料>

前記構成では、試料として合せガラス内部での樹脂層の厚みを測定した例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、積層鏡等の任意の透光性をもつ多層物体に適用することができる。

例えば E L パネルはそのパネル中に必ず蛍光性をもつ材質を用いているので、本発明を E L パネル中の深さ方向のプロファイルを得るのに用いることも特に好ましい。

【0 0 5 9】

また前記構成では、検査対象として 2 5 0 n m の励起光を吸収し 4 0 0 n m 付近に発光する蛍光性をもつものを用いた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。各検査対象のもつ励起波長と蛍光波長に応じて、例えばバンドパスフィルタ 3 6、バンドパスフィルタ 5 2 a 等による励起波長の選択波長と、バンドパスフィルタ 5 2 b による蛍光波長の選択波長を適切に設定することが好適である。

【0 0 6 0】

<光出射手段>

前記構成では、光出射手段が励起波長選択手段の一例であるバンドパスフィルタを備えた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、光源として、検査対象の励起波長をもつ単色光が得られるものを用いた場合は、このような励起波長選択手段を省略することもできる。

この場合は、点光源を構成する、例えば光源の一例であるレーザの後段に、該

レーザよりのレーザビームを拡大させるエキスパンダーレンズ等を設けることが特に好ましい。

【0061】

<距離情報取得手段>

前記構成では、対物レンズに位置センサを設けた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、移動手段にパルスモータを用いることにより、位置センサを設けることなく、コンピュータないしコントローラにより、パルスモータへのパルス数から、対物レンズの移動距離情報を得ることも、構成簡略化の面から、特に好ましい。

【0062】

<光学配置>

試料よりの表面散乱光と蛍光の波長間隔が狭いと、表面散乱光と蛍光を区別するのが困難な場合がある。

このような場合であっても、測定をより正確に行うため、前記構成では、表面散乱光検出用の光路と蛍光検出用の光路を第二ハーフミラー72で分けた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、試料よりの表面散乱光と蛍光の波長間隔が広い場合は、第二ハーフミラー72を省略し、これらの光路を一の光路とすることもできる。

【0063】

この場合は、バンドパスフィルタとして透過率の悪いものを用いれば、例えば250nmの表面散乱光を透過させ、さらに400nmの蛍光も透過させる一のフィルタを用いることも好ましい。そして、一の光路中に、このような一のフィルタと、一の光検出器を配置すれば、表面散乱光と蛍光の両方を測定することができる。

この結果、コンピュータは、例えば図4に示すような、一の光検出器からの受光検出値と、位置センサからの対物レンズの位置情報との関係を得ることができる。

【0064】

同図より明らかなように、表面散乱光によるものと思われる第一のピークP₁

と、蛍光によるものと思われる第二のピーク P_2 を区別して検出することができる。

このため、コンピュータは、前記構成と同様、光検出器からの受光検出値より、前記第一のピーク P_1 を検出し、該第一のピーク P_1 に対応する対物レンズの位置 X_1 を得ることができる。

【0 0 6 5】

そして、対物レンズの焦点位置がさらに試料内部に移動すると、コンピュータは、前記第二のピーク P_2 を検出し、該第二のピーク P_2 に対応する対物レンズの位置 X_2 を得ることができる。

そして、コンピュータは、このようにして得られた対物レンズの位置の差 ($X_2 - X_1$) から、深さ距離情報を得ることができ、例えば図中、基準点検出時の対物レンズの位置 X_1 を 0 mm、発光点検出時の位置情報 X_2 を 1 mm とすると、試料表面から樹脂層までの深さは 1 mm と求めることができる。

【0 0 6 6】

このように試料よりの表面散乱光と蛍光の波長間隔が広ければ、第一ハーフミラー 70 の後段において、一の光路、一のフィルタ、一の光検出器を用いても、前記構成と同様、試料表面から検査対象までの深さを正確に求めることができる。さらに前記構成に比較し、構成簡略化を図ることができ、またこのような光学部品数の減少により、光学部品の位置決めも容易となる。

【0 0 6 7】

<分光器>

前記構成では、試料の深さ方向においてスポット情報を得た例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばピンホールを光軸と直交する方向に移動し、試料表面上、該試料内部での測定スポットの位置を、1次元ないし2次元方向に走査することにより、試料内部の深さ方向の情報を面情報として得ることも好ましい。

【0 0 6 8】

ここで、前記構成では、光検出器としてフォトマルチプライヤを用いることが好適であるが、面情報を得る際は、CCD等を用いることも好適である。

さらに前記構成では、前記バンドパスフィルタに代えて、スキャンタイプ、マルチチャンネルタイプ等の分光器を挿入し、スペクトル情報を得ることも好ましい。

【0 0 6 9】

【発明の効果】

以上説明したように本発明にかかる深さ測定装置によれば、共焦点光学系の平行光部分に対物レンズを配置し、該対物レンズの焦点位置を光軸方向に変えながら、表面散乱光情報取得手段による試料表面の位置情報の取得と、蛍光情報取得情報による試料内部の位置情報の取得を同時に行うこととしたので、試料内部の深さ方向の測定が非破壊で行うことができる。

また本発明においては、前記対物レンズ及び前記結像レンズとして色収差のないレンズを用いることにより、前記深さ方向の非破壊測定がより正確に行える。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態にかかる深さ測定装置の概略構成の説明図である。

【図 2】

本実施形態の対物レンズの焦点位置と光検出器で得られる表面散乱光の検出値との関係の説明図である。

【図 3】

本実施形態の対物レンズの焦点位置と光検出器で得られる蛍光の検出値との関係の説明図である。

【図 4】

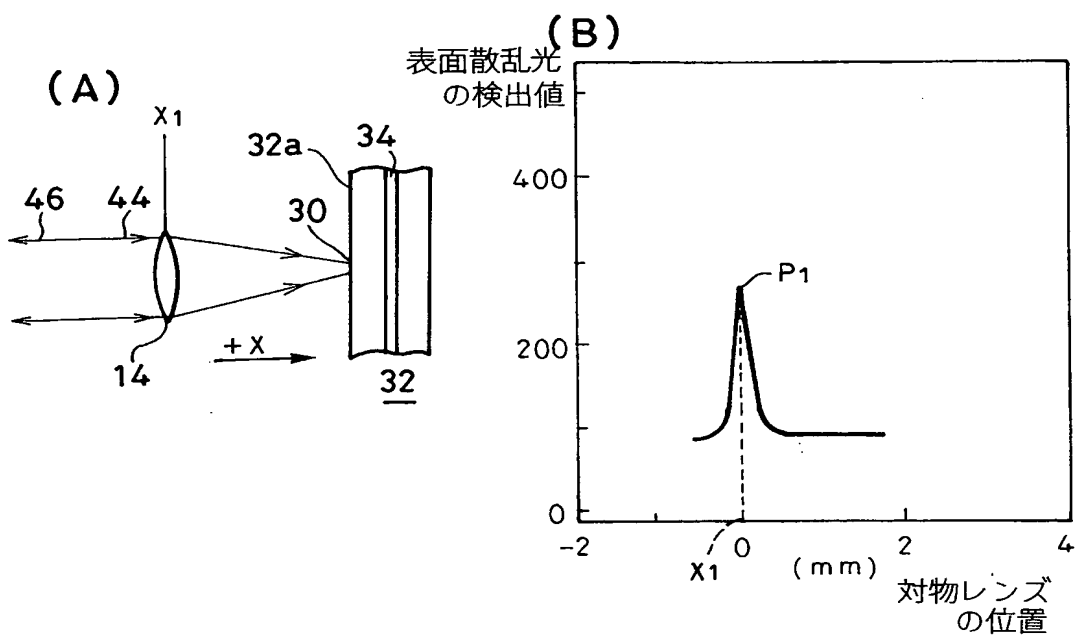
本実施形態の変形例で得られる対物レンズの焦点位置と、光検出器で得られる表面散乱光及び蛍光の検出値との関係の説明図である。

【符号の説明】

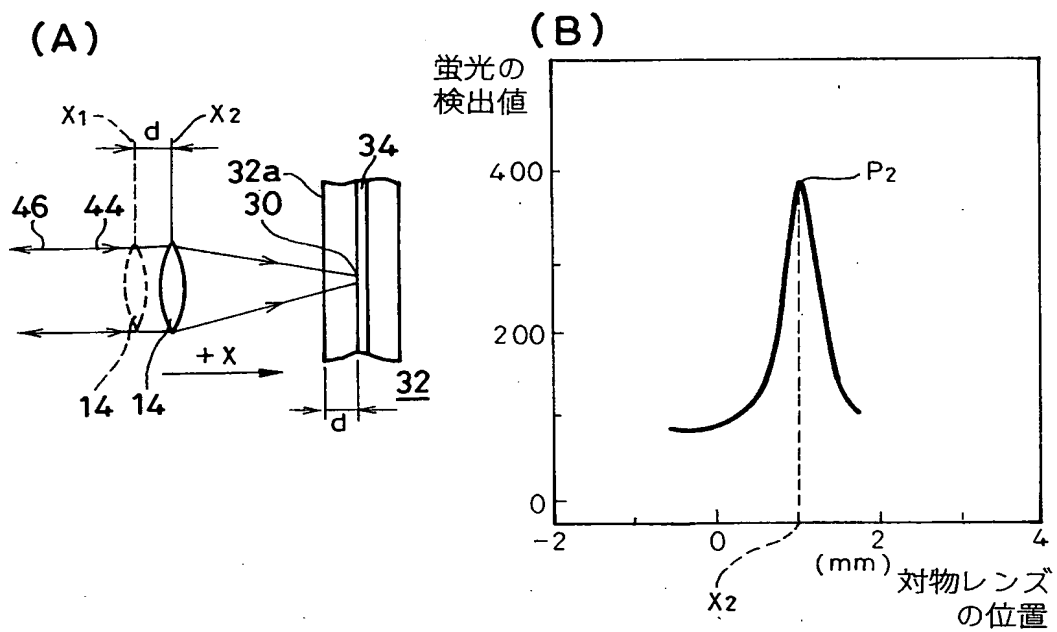
- 1 0 発光点深さ測定機（深さ測定装置）
- 1 2 光出射手段
- 1 4 対物レンズ
- 1 6 移動手段

- 1 8 a, 1 8 b 結像レンズ
- 2 0 a, 2 0 b 共焦点ピンホール（共焦点開口）
- 2 6 位置センサ（距離情報取得手段）
- 2 8 点光源
- 5 2 a バンドパスフィルタ（表面散乱光情報検出手段）
- 5 2 b バンドパスフィルタ（蛍光情報検出手段）
- 5 4 a 光検出器（表面散乱光情報検出手段）
- 5 4 b 光検出器（蛍光情報検出手段）

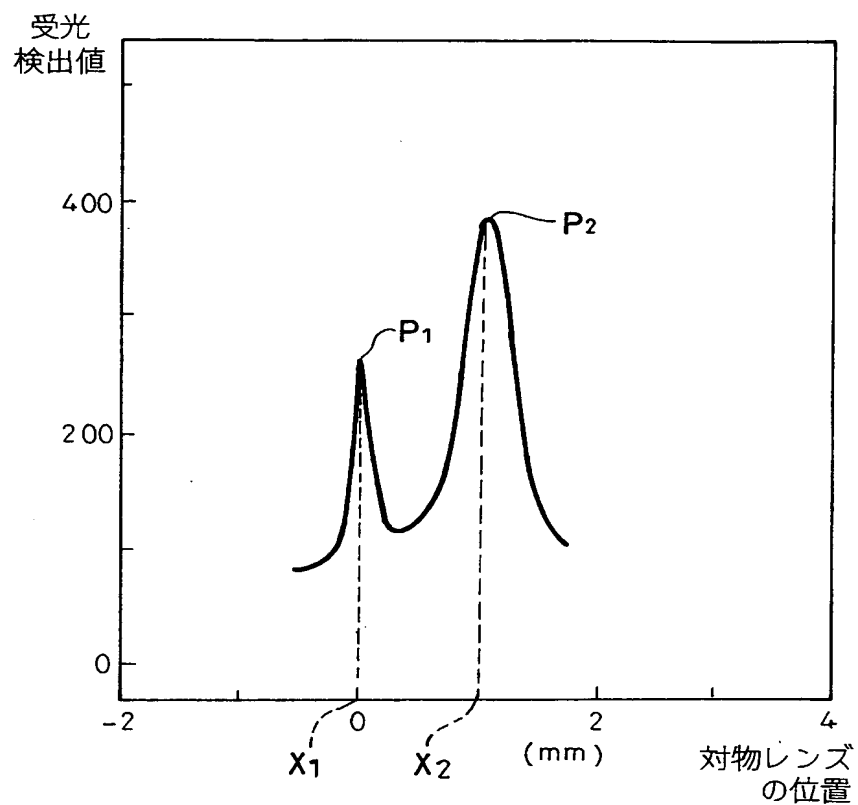
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の目的は、試料内部の深さ距離情報を非破壊で得る深さ測定装置を提供することにある。

【解決手段】 光出射手段12よりの平行光44を試料32の測定スポット30に集光し該スポット30からの光46を平行光とする対物レンズ14を光軸方向に移動させる移動手段16と、該レンズ14を介して得られた該スポット30からの光46を結像する結像レンズ18a, 18bと、該レンズ14の焦点位置30よりの光46のみを通過させる開口20a, 20bと、該レンズ14の移動中に該開口20aを通過し該対象34の励起波長をもつ光53の量を検出する取得手段22と、該開口20bを通過し該対象34の蛍光波長をもつ光55の量を検出する取得手段24と、該取得手段22による検出値が最大となる対物レンズ14の位置と該取得手段24による検出値が最大となる対物レンズ14の位置との距離情報を得る距離情報取得手段27と、を備え、該取得距離情報に基づき試料の対物レンズ側表面32aを基準に該対象34の深さdを得ることを特徴とする深さ測定装置10。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 4 1 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 3 2 6 8 9]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 1 1 月 6 日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都八王子市石川町 2 9 6 7 番地の 5

氏 名 日本分光株式会社